

## 黄腐酸对欧美杨光合及蒸腾速率的影响

武应霞<sup>1</sup>, 何 威<sup>2</sup>, 林春阳<sup>3</sup>, 冯建灿<sup>1</sup>, 栗有枝<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 河南农业大学林学院, 郑州 450002; <sup>2</sup> 河南省林业科学研究院, 郑州 450008;

<sup>3</sup> 郑州市市政工程勘测设计研究院, 郑州 450052)

**摘要:** 抗蒸腾剂是减少水分损失的一种新型的抗旱化技术, 为了解其对欧美杨的影响, 以1年生苗木为研究对象, 通过喷施不同浓度的黄腐酸处理, 结果表明, 质量浓度为3.5g/L的处理效果最好, 其气孔导度和蒸腾速率分别比对照降低了42.0%和38.8%; 对光合作用有促进作用; 对欧美杨的叶水势提高幅度为13.8%, 能显著抑制叶水势的下降。

**关键词:** 欧美杨; 黄腐酸; 气孔导度; 蒸腾速率; 光合速率; 叶水势

**中图分类号:** S687.1 **文献标识码:** A

### Influence of FA on Photosynthesis and Transpiration Rate of *Populus euramericana*

Wu Yingxia<sup>1</sup>, He Wei<sup>2</sup>, Lin Chunyang<sup>3</sup>, Feng Jiancan<sup>1</sup>, Li Youzhi<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Forestry and Horticulture College of Henan Agriculture University, Zhengzhou 450002;

<sup>2</sup> Henan Academy of Forestry, Zhengzhou 450008;

<sup>3</sup> Zhengzhou Municipal Engineering Design & Research Institute, Zhengzhou 450052)

**Abstract:** Antitranspirant is a new technology reducing water loss. The author object is to study the effects of FA on photosynthesis and transpiration rate of *Populus Euramericana*. Different concentration FA treatment on one-year-old seedlings was carried out. The result showed the effect of FA of 3.5g/L is the best, which reduced stomatal conductance and transpiration rate by 42.0% and 38.8% respectively; FA could promote photosynthetic rate; the leaf water potential was improved by 13.8%, it had an obvious prohibiting effect on the decrease of leaf water potential.

**Key words:** *Populus euramericana*, FA, stomatal conductance, transpiration rate, photosynthesis, leaf water potential

黄腐酸生态液(fulvic acid, FA)主要成分包括黄腐植酸、有效磷、氨基酸、核酸、微量元素等, 采用高活性、小分子黄腐植酸为基液配制。其能够启动叶片细胞质膜上的信号传导, 诱导叶面气孔不均匀关闭, 减少植物体内水分蒸腾散失, 提高植物抗干旱的能力, 增强植株抗旱、抗逆能力, 提高林木种植成活率; 加速植株维管束分化, 促进木质部形成, 提高植株生长势; 调节植株生理代谢, 保护细胞膜透性、促进枝叶生长发育、提高植株叶片叶绿素含量合成和光合作用能力; 疏松土壤, 改善团粒结构, 降低土层盐碱, 活化根部酶系活力, 促

进植株根系发达<sup>[1-4]</sup>。国内的马焕普、罗辉、彭玉梅、王文颐、薛希红、邹志国分别对葡萄、甘蔗、牧草、花生、草莓、水稻等使用FA的效果进行了研究<sup>[5-10]</sup>, 但尚未有FA对欧美杨抗旱性影响的研究报道。

欧美杨(*Populus euramericana*)为中国重要的速生丰产用材树种, 也是防护林建设主要树种之一, 并成为西北水土保持的先锋树种, 在中国东北、西北和华北等地区得到广泛应用, 其在生态建设及水土保持过程中有着非常突出的作用<sup>[11]</sup>。笔者以其为试验材料, 探讨黄腐酸对其蒸腾、光合速率等生理指标的影响, 以期对欧

**基金项目:** 国家林业局 948 项目资助“抗蒸腾剂生产与应用技术引进”(2004-4-47)。

**第一作者简介:** 武应霞, 女, 1972 年出生, 河南济源人, 讲师, 硕士生, 从事经济林栽培与育种教学与研究, 通信地址: 450002 郑州市文化路 95 号河南农业大学林学院林学系, Tel: 0371-63558070, E-mail: wyxgwy@163.com。

**通讯作者:** 冯建灿, 男, 1963 年出生, 河南新密人, 教授, 博导, 从事经济林栽培与生理教学与研究。通信地址: 450002 郑州市文化路 95 号河南农业大学林学院林学系, Tel: 0371-63558070, E-mail: jcfeng@mail.henau.cn。

**收稿日期:** 2008-06-12, 修回日期: 2008-07-06。

美杨在干旱地造林提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

2007年6月—7月试验在河南林业科学研究院试验林场进行。欧美杨为1年生苗木,移栽后立即喷施抗蒸腾剂。

### 1.2 试验方法

设5种质量浓度:1.5 (H1)、2.0 (H2)、2.5(H3)、3.0 (H4)、3.5(H5)g/L,以清水为对照(CK),每个处理10株,3次重复。

喷施是在晴天无风的条件下对苗木进行均匀全喷药。喷药后次日开始测定。

### 1.3 测定指标及测定方法

#### 1.3.1 蒸腾速率、气孔导度、光合速率 蒸腾速率、气孔

导度、光合速率采用LI—6400 便携式光合仪,测定时间为15:00到18:00,隔天测定1次,每个处理随机抽取2株,选择3片成熟的叶片进行测定,后取平均值。

1.3.2 叶水势 叶水势采用美国生产的wp4露点土壤/植物水势速测仪测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 黄腐酸对欧美杨叶片气孔导度的影响

喷施黄腐酸对欧美杨叶片气孔导度具有明显地抑制作用(图1)。从图1中可以看出,处理后欧美杨叶片气孔导度平均为 $0.32\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ,是CK( $0.45\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ )的72.0%。不同浓度对欧美杨叶片气孔导度影响不一致,在处理期间,其规律表现为 $\text{CK}>\text{H1}>\text{H2}>\text{H3}>\text{H4}>\text{H5}$ ,H5处理的欧美杨气孔导度最低,平均值为 $0.26\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ,比CK下降42.0%。

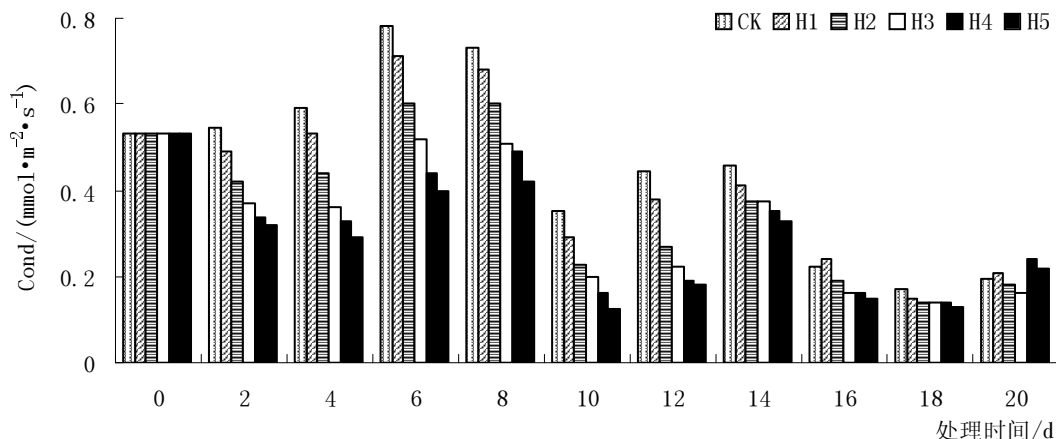


图1 黄腐酸对欧美杨气孔导度的影响

喷药的第二天,欧美杨叶片气孔导度就显著降低,其中H5从起始的 $0.53\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 降到 $0.32\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ,降低了40.0%。在第6天,欧美杨叶片气孔导度明显升高,CK达到 $0.78\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ,而H5仅为 $0.40\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ,比CK降低了49.0%,为处理期间最大的降幅。此后,气孔导度开始降低,降幅也开始减小。在第20天,所有

黄腐酸处理和CK间的气孔导度变化不大,这说明黄腐酸基本失去药效,对气孔导度抑制作用不大。

对测定数据进行方差分析和多重比较,其结果表明喷施黄腐酸对欧美杨叶片气孔导度有显著影响,F为2.403\*,CK与H3、H4、H5,H1与H5处理间有显著差异,其它处理间没有显著差异(表1)。

表1 不同质量浓度的黄腐酸处理间欧美杨叶片气孔导度的多重比较

质量浓度 ( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	CK	H1	H2	H3	H4	H5
CK	0.0000	0.0467	0.0467	0.1611*	0.1889*	0.2167*
H1			0.0678	0.1144	0.1422	0.1700*
H2				0.0467	0.0744	0.1022
H3					0.0278	0.0556
H4						0.0278

注:\*, $P<0.05$ 。下同。

### 2.2 黄腐酸对欧美杨叶片蒸腾速率的影响

结果表明使用不同浓度的黄腐酸,均可以降低欧美杨叶片的蒸腾速率(图2)。从处理后每次的测定结果可以看出,所有处理与CK的蒸腾速率一直存在差异,甚至在第18天时仍如此,这表明了抗蒸腾

剂的延续效力,但这种效力有逐渐下降的趋势。

从图2中可以看出,黄腐酸处理的平均值为 $5.26\text{mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ,CK全程平均值为 $7.12\text{mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ,抗蒸腾剂处理比CK下降26.1%。就单个的浓度处理来看,抑制作用最大的是H5( $4.36\text{mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ),较

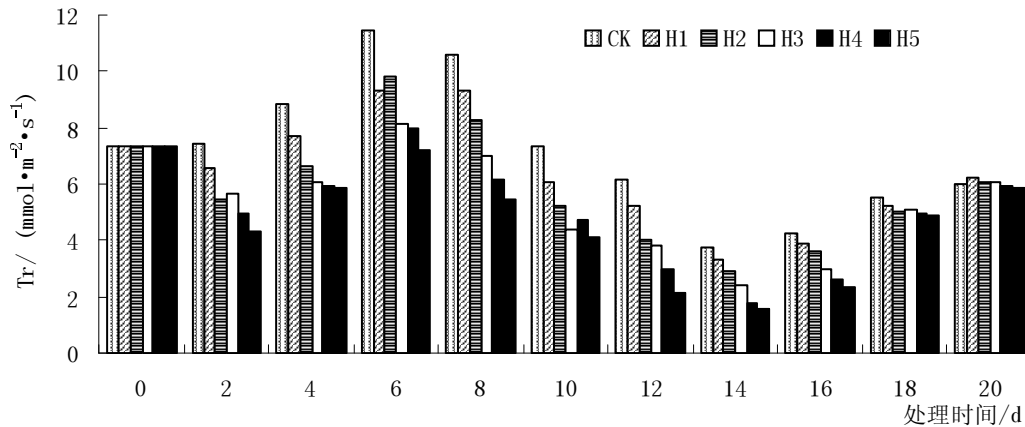


图2 黄腐酸对欧美杨蒸腾速率的影响

CK 分别降低了 38.8%, H4(4.80mmol/<m²·s>)次之。

对所测定的数据进行方差分析表明, 黄腐酸处理能显著降低欧美杨的蒸腾速率, F 值为 2.451\*。多重比较结果表明, CK 与 H3、H4、H5, H1 与 H5 之间差异性显著, 其它浓度处理之间没有显著差异(表 2)。

2.3 抗蒸腾剂对欧美杨叶片光合速率的影响

图 3 表明黄腐酸对欧美杨光合作用有促进作用, 在处理期间, 各处理均较 CK 有所提高。从所观测的数

据来看, H3 提高的幅度最大, 其全程平均值为 12.15μmol/(m²·s), 较 CK (9.94μmol/<m²·s>) 提高了 22.2%, 其它 4 种处理光合作用在 11.7~11.96μmol/(m²·s) 之间, 提高幅度在 17.7%~20.3%, 这表明, 黄腐酸对欧美杨光合作用的促进并没有随着浓度的变化而出现较大差异。方差分析表明, 黄腐酸对欧美杨光合速率的促进作用也未达到显著水平(F=0.856)。

表 2 不同黄腐酸质量浓度处理间欧美杨叶片蒸腾速率的多重比较

质量浓度/(g·L <sup>-1</sup> )	CK	H1	H2	H3	H4	H5
CK	0.0000	0.9511	1.5778	2.1856*	2.5711*	3.0511*
H1			0.6267	1.2344	1.6200	2.1000*
H2				0.6078	0.9933	1.4733
H3					0.3856	0.8656
H4						0.4800

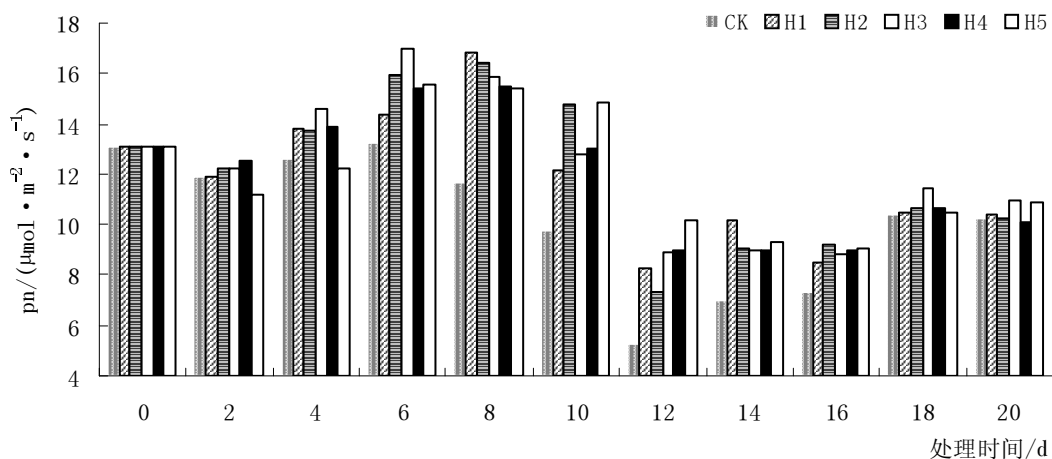


图3 黄腐酸对欧美杨叶片光合速率的影响

2.4 抗蒸腾剂对欧美杨叶片水势的影响

黄腐酸能减缓欧美杨叶水势下降趋势(图 4)。从图 4 中可以看出, 喷施黄腐酸后, 欧美杨叶水势较 CK 有所提高。在处理期间, 平均值为 -1.74MPa, 分别比

CK(-1.92MPa)增加 9.4%, 其中以 H5(-1.66MPa)提高欧美杨叶水势幅度最大, 为 13.8%。各浓度处理的欧美杨叶水势由高到低的顺序是 H5<H4<H3<H2<H1<CK。

对试验数据进行方差分析, 结果表明黄腐酸对欧

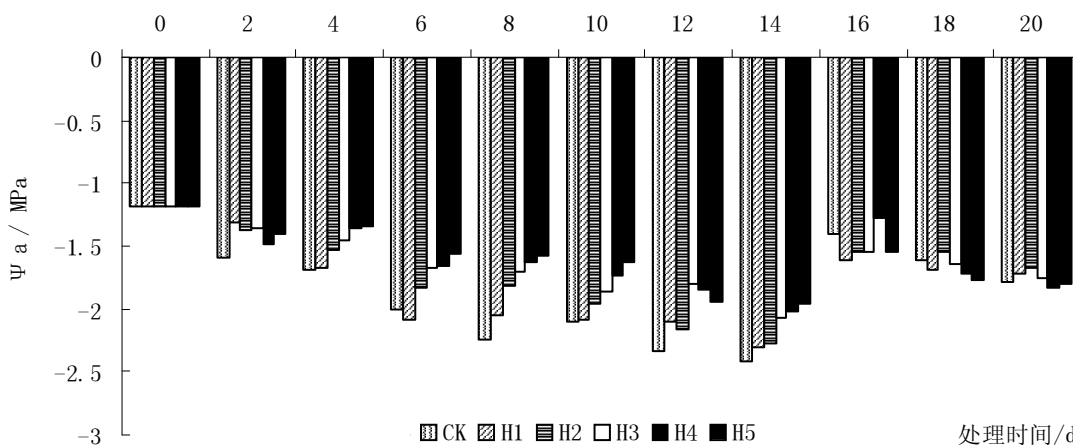


图4 黄腐酸对欧美杨叶片水势的影响

美杨叶水势下降的阻止作用显著, F 值分别为 2.483。 异, H1 与 H5 间差异显著, 其它处理间没有显著差异同时多重比较表明, CK 与 H3、H4、H5 之间有显著差 (表 3)。

表 3 不同质量浓度的黄腐酸处理间欧美杨叶水势的多重比较

质量浓度/(g·L <sup>-1</sup> )	CK	H1	H2	H3	H4	H5
CK	0.0000	-0.1086	-0.2043	-0.3529*	-0.3786*	-0.4257*
H1			-0.0957	-0.2443	-0.2700	-0.3171*
H2				-0.1486	-0.1743	-0.2214
H3					-0.0257	-0.0729
H4						-0.0471

### 3 结论与讨论

3.1 不同质量浓度的黄腐酸对苗木的气孔导度都有一定的抑制作用。从平均值看,黄腐酸处理后欧美杨气孔导度比 CK 降低了 28.0%。其中以浓度为 3.5g/L 的处理效果最好,降幅为 42.0%。

3.2 喷施黄腐酸能显著降低苗木的蒸腾速率。黄腐酸对欧美杨蒸腾速率平均降低幅度 26.1%。抗蒸腾剂高浓度处理降低苗木蒸腾速率更好,以 3.5g/L 的处理最好,较 CK 降低了 38.8%。

3.3 黄腐酸对苗木光合作用有促进作用。

3.4 黄腐酸能有效阻止苗木叶水势的下降。黄腐酸处理的欧美杨叶水势平均提高幅度 13.8%。其中 3.0~3.5g/L 浓度处理对苗木叶水势影响均显著。

#### 参考文献

[1] 韩玉国,任树梅,李云开,等.黄腐酸(FA)旱地龙在苹果节水生产中的应用效果研究[J].农业工程学报,2004,20(6):93-97.  
 [2] 马桂花,徐红星,陈德明.FA 旱地龙在蔬菜上的增产效应[J].青海农

林科技,2001,(2):3-5.  
 [3] 张士权.黄腐酸在生态建设和林业上的应用[J].黄腐酸,2002,1:21-23.  
 [4] 郑智礼,赵健康,李玉英.TCP 植物蒸腾抑制剂药效研究[J].山西林业科技,2004,3:21-23.  
 [5] 马焕普,梁宝岩,刘志民.葡萄叶面喷施黄腐酸的效应[J].北京农学院学报,2004,19(4):1-3.  
 [6] 罗辉,李琳,凌剑锋.“FA 旱地龙”在甘蔗上的应用效果[J].甘蔗,2003,10(1):34-37.  
 [7] 彭玉梅,崔鲜一.FA 旱地龙对牧草生理反应和增产机理的研究[J].内蒙古草业,1996,(12):52-54.  
 [8] 王文颐.喷施黄腐酸对花生生长发育的影响[J].花生科技,2000,(1):25-27.  
 [9] 薛希红,曹汉西,王春辉,等.黄腐酸液肥对草莓根系生长发育的影响[J].烟台果树,2004,4:33.  
 [10] 邹志国,夏杰,姚爱芳,等.FA 旱地龙在江苏沿海地区水稻控制灌溉中应用初探[J].中国农村水利水电,2000,(11):16-17.  
 [11] 李朝晖,刘海春,全延宇,等.浅议三北地区的杨树更新改造[J].防护林科技,2001,47(2):49-51.